

USO DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS EN LAS CLASES DE METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN DEL NIVEL SECUNDARIO DE EDUCACIÓN

VILCHES, ALFREDO^{1,2}; LEGARRALDE, TERESA¹; DARRIGRAN, GUSTAVO^{1,3}

¹Departamento de Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. UNLP.

²Escuela Normal Superior N°3 Profesor Manuel J. Almada. Chascomús

³Sección Malacología. Museo de La Plata (FCNyM). UNLP.

RESUMEN

En este trabajo se da a conocer una experiencia didáctica llevada a cabo con alumnos del último año del nivel polimodal de educación, en el espacio curricular Metodología de Investigación. La misma se basó en la utilización de técnicas estadísticas básicas aplicadas a un caso concreto (medidas de las valvas de una especie de moluscos gasterópodos). Los alumnos tomaron datos, los ordenaron en tablas y gráficos y los analizaron; además desarrollaron habilidades en el uso de instrumental específico. La propuesta resultó motivadora para los alumnos al aplicarla a una situación real.

Palabras clave: metodología de investigación, toma y manejo de datos, gasterópodos

INTRODUCCIÓN

Cuando los docentes intentan acercar a sus alumnos al manejo estadístico de variables, es frecuente que diseñen actividades prácticas con datos tomados de libros de texto. En situaciones como estas, se priva al estudiante de la posibilidad de ejercitar su capacidad de observación, para evaluar y decidir qué datos tomar o registrar de acuerdo a los intereses del trabajo que se está llevando adelante (Batanero y Díaz, 2004). Resulta diferente una clase “donde todo ya está dado”, de otra en la que se plantea un problema que se debe analizar; esto exige un trabajo previo por parte del docente, quien debe reflexionar sobre los cambios que pretende que dicha actividad promueva en sus alumnos. Esta postura representa un desafío a explorar diferentes alternativas para el trabajo áulico, un cambio en el modelo de trabajo de cada docente en relación al diseño de propuestas de trabajos prácticos en Biología, innovadoras o diferentes a las que comúnmente se llevan a cabo. Pero esta actitud frente al trabajo práctico, no solo significa el diseño, sino también la puesta en práctica y la evaluación de la propuesta.

Por ello, en la actividad que aquí se presenta, se plantea una situación en la cual los alumnos deben tomar decisiones respecto a qué datos tomar, cómo medirlos y registrarlos, para luego avanzar respecto a su análisis. No se trata de una actividad que se presenta antes o después del contenido teórico, sino de un trabajo en el que “durante” su desarrollo abordará contenidos teóricos y prácticos de manera conjunta o integrada, y generará de este modo, un espacio para la reflexión conjunta y la elaboración de conclusiones acordes con el quehacer científico.

El objetivo de este trabajo es presentar una experiencia didáctica realizada durante el año 2011 con los alumnos del último curso del nivel polimodal de educación de la orientación en Ciencias Naturales, en el espacio curricular Metodología de la Investigación. Los temas seleccionados pertenecen a contenidos considerados de importancia cuando se realiza una investigación científica; comprenden a los diferentes tipos de variables, las distribuciones de frecuencia e histogramas y las medidas de tendencia central y dispersión, las que forman parte de la unidad didáctica denominada “Estadística aplicada a las Ciencias Naturales”. El motivo por el cual se realizó este trabajo radica en que los alumnos presentaban gran interés por los trabajos prácticos de laboratorio y que estas actividades eran las adecuadas para que los estudiantes puedan seleccionar y tomar adecuadamente los datos, construir y analizar tablas, gráficos y desarrollar habilidades en el uso de instrumental específico. También se consideró importante el uso de las computadoras provistas a los alumnos por el programa de inclusión digital denominado “Conectar igualdad”, el que pretende lograr una sociedad alfabetizada en las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC); y finalmente que comprendan la importancia de la Estadística como herramienta para el tratamiento, análisis e interpretación de los datos de la vida cotidiana.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Los estudiantes que participaron de la experiencia fueron 25 y sus edades estaban comprendidas entre 17 y 18 años.

La secuencia del trabajo se realizó en diferentes etapas:

1. Presentación del tema: Las primeras etapas del trabajo surgieron a partir de la presentación de valvas de moluscos gasterópodos de la especie *Asolene megastoma* (Sowerby, 1825) (Figura 1) que se encontraban depositadas en el laboratorio de la Escuela. El material fue utilizado en diferentes secuencias didácticas, por ejemplo determinación de la especie, adaptaciones, características biológicas del grupo, alimentación y reproducción entre otras; en este trabajo se presenta el abordaje correspondiente al manejo y análisis de los datos obtenidos por los alumnos del mencionado material.

2. Búsqueda de información: Con el objeto de contextualizar el tema, los alumnos realizaron un rastreo bibliográfico que los condujo a determinar las medidas estandarizadas para caracterizar a una conchilla de gasterópodo y de este modo conocer la longitud y el ancho entre otros datos de interés. Desde el punto de vista biológico, estos datos hacen referencia a que parte del ciclo de vida pertenecen los ejemplares colectados (*e.g.*, juveniles, adultos). Esto les permitió elaborar un marco teórico referencial, que guió el desarrollo de las etapas posteriores.

3. Obtención de los datos: El trabajo se llevó a cabo con los estudiantes divididos en pequeños grupos, a los que se les entregó una caja con conchillas de diferentes tamaños. Si bien los alumnos realizaron mediciones relativas a diferentes parámetros descriptores de la valva de gasterópodos, en este trabajo sólo se presentan las mediciones relativas a la altura o longitud máxima de la conchilla (Figura 1). Las mediciones se realizaron con un calibre tipo Vernier. Los datos obtenidos se volcaron en tablas, las que contenían el número de orden y las medidas de las valvas expresadas en mm. Posteriormente todos los datos fueron volcados, mediante el uso de las netbook, en una planilla de cálculo Excel.

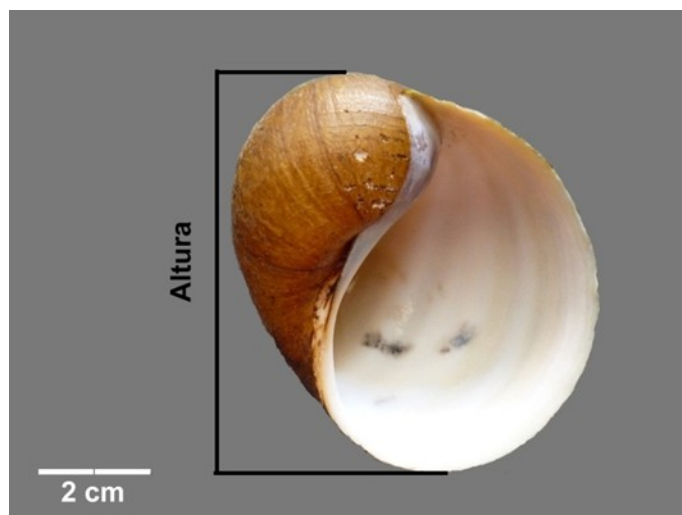


Figura 1. Medida de la valva de *Asolene megastoma* tomada por los estudiantes durante la experiencia. (Imagen tomada por A. Vilches).

4. Tratamiento y análisis de los datos: Finalizado el período de construcción de las tablas, los estudiantes efectuaron el redondeo y el arreglo ordenado de los datos (Daniel, 2002) (Tabla1). Posteriormente, se realizó la estructura de tallas de la población de conchillas de gasterópodos bajo estudio, mediante la agrupación de los mismos, para lo cual, seleccionaron conjuntos de intervalos contiguos teniendo en cuenta que no se superpongan, de modo tal que un valor sea asignado a uno y sólo uno de los intervalos disponibles. Para establecer cuántos intervalos de clase debían utilizarse, se usó la regla de Sturges, cuya fórmula se enuncia de la siguiente manera:

$$K = 1 + 3,322 \cdot (\log_{10} n)$$

Donde K es el número de intervalos de clase y n es el número de valores en el conjunto de datos en observación. Es importante destacar que el valor obtenido por la regla de Sturges debe considerarse como una guía, pudiendo incrementarse o disminuirse según la conveniencia (Daniel, 2002), sustentada sobre la base de los conocimientos de la biología de las poblaciones bajo estudio.

Para determinar la longitud de cada intervalo de clase, se utilizó la siguiente expresión:

$$w = \frac{R}{K}$$

Donde R es la amplitud (diferencia entre la observación más grande y la más chica) y K el número de intervalos de clase.

Para la construcción de los intervalos de clase se buscó que todos tuvieran la misma longitud, de manera que se pueda cubrir el rango de los datos medidos. Asimismo se tomó la decisión de que los intervalos sean cerrados por la izquierda y abiertos por la derecha. Por ejemplo si tomamos el intervalo $[a-b)$, en el cual a y b son números reales y a su vez a es menor que b ; se trata de un intervalo cerrado en a (incluye el valor a) y abierto en b (no incluye el valor b) (Kelmansky, 2009). Al considerar la continuidad de los datos, y debido a que con el redondeo se obtuvieron

números enteros, se calcularon los límites reales de clase, para esto se les restó y sumó media unidad (0,5) a los límites inferiores y superiores.

Una vez que se tuvieron los intervalos de clase, se elaboraron tablas de frecuencias absolutas (n_i) (Tabla 2), en las cuales los alumnos indicaron la distribución de los valores obtenidos en los intervalos previamente construidos. También se calcularon las frecuencias relativas (f_i) como el cociente entre cada una de las frecuencias absolutas (n_i) y el número total de observaciones (N). Además, se calcularon las frecuencias acumuladas absolutas (N_i) y las relativas o porcentuales (F_i). Posteriormente se elaboró el histograma correspondiente, el que representa de una manera gráfica la distribución de frecuencias absolutas. Del mismo modo se obtuvieron las marcas de clase o puntos medios de los intervalos, los que se calcularon sumando el límite inferior más el límite superior y luego se lo dividió entre 2. Sobre la base de estos datos, se graficó junto con el histograma el polígono de frecuencias (Figura 2).

Debido a que en el histograma se observaron dos grupos de datos bien diferenciados (distribución bimodal), y teniendo en cuenta que la variable en cuestión (altura de la valva) refleja la edad de los organismos, los estudiantes les asignaron a los grupos dos categorías diferentes (Juveniles y Adultos); el punto de corte entre los dos estratos fue 45 el que se encontró en el intervalo [36,5 - 45,5).

Como otra manera de representar los datos, se construyeron diagramas de tallo y hojas, estos constituyen una forma de mostrar la distribución de los datos sin necesidad de realizar tablas de frecuencias y conservando la información contenida en las mediciones individuales (Daniel, 2002; Kelmansky, 2009). Para construir este diagrama, los alumnos procedieron de la siguiente forma, cada fila comienza con un número llamado tallo, el que corresponde al primer dígito de la medición, luego se traza una línea vertical que separa a las hojas, las que se van completando con el dígito restante de los valores (Tabla 3).

En cada uno de los grupos establecidos (Juveniles y Adultos) se calculó la media aritmética como medida de tendencia central, la misma se obtuvo sumando todos los valores de la muestra (x_i) dividiéndolos por el total de valores de obtenidos (n).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Las medidas de dispersión que se calcularon fueron la Varianza y el Desvío Estándar, estas indican la variedad que posee el conjunto de observaciones. Para el cálculo de la Varianza se utilizó la siguiente expresión:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Debido a que la varianza representa unidades al cuadrado (e.g., mm²), se optó por calcular la desviación estándar o típica que representa a las unidades originales (mm) (Maroñas *et al.* 2010), para esto se obtuvo la raíz cuadrada de la varianza tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Los valores obtenidos de las mediciones de los caracoles fueron ordenados de menor a mayor y son presentados en la Tabla 1.

Para el cálculo del número de intervalos de clase se realizó el siguiente cálculo:

$$K = 1 + 3,322 (\log_{10} n)$$

En este caso el número de datos de la muestra es de 85, por lo tanto:

$$K = 1 + 3,322 (\log_{10} 85)$$

$$K = 1 + 3,322 (1,93)$$

$$K = 7,4$$

Debido a que la regla de Sturges es una medida orientativa, y con el objeto que sea más conveniente para su lectura, los intervalos de clase tomados en esta actividad fueron redondeados a 7.

Para calcular la dimensión del intervalo se procedió del siguiente modo:

$$W = \frac{R}{K} = \frac{72-10}{7} = \frac{62}{7} = 8,85$$

10	22	34	53	60
15	22	34	54	61
17	22	35	55	62
18	22	36	56	62
18	22	36	56	63
19	27	45	57	63
19	27	47	57	64
19	27	47	58	64
19	28	49	58	65
19	28	49	58	66
19	28	50	59	68
19	30	50	59	68
19	31	50	60	69
20	32	52	60	69
20	33	52	60	69
21	33	53	60	70
21	34	53	60	72

Tabla 1. Altura de las valvas de Asolene megastoma expresadas en mm.

Del mismo modo que se procedió con los intervalos de clase, la distancia de los intervalos se redondeó en 9, de este modo los intervalos quedaron constituidos de la siguiente manera (Tabla 2):

Límites reales de clase	Marcas de clase	Frecuencia absoluta (n_i)	Frecuencia relativa (f_i)	Frecuencia absoluta acumulada (N_i)	Frecuencia relativa acumulada (F_i)
[9,5 - 18,5)	14	5	0,059	5	5,9
[18,5 - 27,5)	23	20	0,235	25	29,4
[27,5 - 36,5)	32	14	0,165	39	45,9
[36,5 - 45,5)	41	1	0,012	40	47,1
[45,5 - 54,5)	50	13	0,153	53	62,4
[54,5 - 63,5)	59	21	0,247	74	87,1
[63,5 - 72,5)	68	11	0,129	85	100,0
Total		85			

Tabla 2. Intervalos de clase, marcas de clase y distribuciones de frecuencia absoluta, relativa, absoluta acumulada y relativa acumulada de los valores de altura de las valvas de A. megastoma.

En el histograma realizado con los datos de la Tabla 2 se observa la distribución de frecuencias absolutas correspondientes a la altura de las valvas. En el mismo se puede apreciar el carácter continuo de los datos y la presencia de dos grupos de edades bien marcados, en la misma figura también se presenta el polígono de frecuencias construido a partir de las marcas de clase (Figura 2).

Por su parte, la Tabla 3 muestra el diagrama de tallo y hojas, como se observa, el resultado es un gráfico similar al histograma que conserva ordenados todos los valores observados de los datos; sin embargo, al mismo tiempo aporta un esquema que expresa la forma de la distribución.

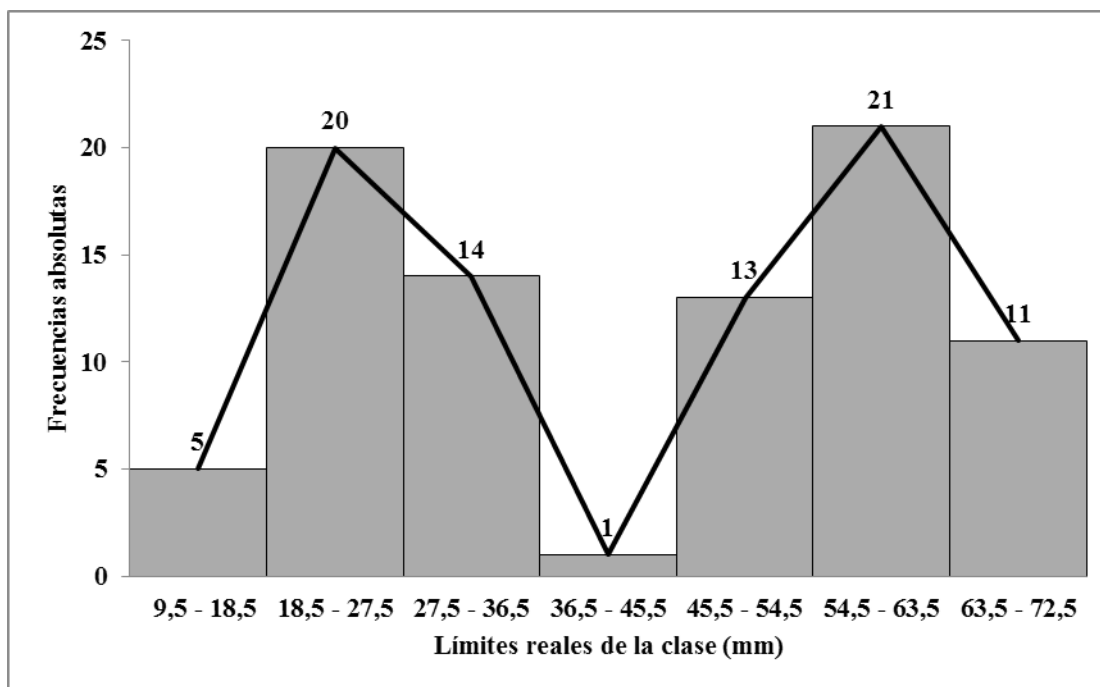


Figura 2. Polígono de frecuencias e Histograma de la altura de las valvas de 85 gasterópodos.

Frecuencia	Tallo	Hojas
13	1	0578899999999
15	2	001122222777888
11	3	01233444566
(5)	4	57799
19	5	0002233345667788899
20	6	00000012233445688999
2	7	02

Tabla 3. Diagrama de Tallo y Hojas, los paréntesis indican la fila que contiene la observación central o Mediana (49)

Debido a que en el histograma se observaron dos grupos de datos bien diferenciados, se separaron los grupos en dos categorías: Juveniles y Adultos. En la Tabla 3 se muestran las alturas de las conchillas para cada uno y también se indican los valores de la media, la varianza y el desvío estándar.

10	22	34	47	57	64
15	22	34	47	58	64
17	22	35	49	58	65
18	22	36	49	58	66
18	22	36	50	59	68
19	27	45	50	59	68
19	27		50	60	69
19	27		52	60	69
19	28		52	60	69
19	28		53	60	70
19	28		53	60	72
19	30		53	60	
19	31		54	61	
20	32		55	62	
20	33		56	62	
21	33		56	63	
21	34		57	63	
Altura de las valvas de juveniles (mm)			Altura de las valvas de Adultos (mm)		

Media: 25

Varianza: 55,48

Desvío Estándar: 7,45

N= 40

Media: 58,82

Varianza: 44,37

Desvío Estándar: 6,66

N= 45

Tabla 4. Altura de las valvas de Juveniles y Adultos y estadísticos descriptivos para cada grupo.

EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Para la evaluación de las actividades se tuvieron en cuenta varios indicadores, entre los que se pueden destacar el grado de participación y compromiso de los estudiantes con las actividades propuestas, tales como la búsqueda, selección y lectura de información relevante relacionada con la temática en cuestión. La correcta utilización del instrumental de laboratorio para realizar las mediciones, como así también el manejo de las computadoras con el software adecuado para procesar los datos. Finalmente se tuvo en cuenta la elaboración de informes y la comunicación en forma oral de la experiencia.

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Las aplicaciones de la Estadística son diversas dado que permite obtener información a partir de fenómenos sociales, biológicos, físicos, etc. (Batanero *et al.* 1991). En el campo de la educación el uso de técnicas estadísticas debe aportar al desarrollo de capacidades para recolectar y analizar datos, y sobre la base de la contrastación de estos con los conocimientos teóricos de la disciplina que se trate, tomar decisiones respecto a su tratamiento, leer críticamente los gráficos estadísticos que se presentan en periódicos, revistas y otros medios de comunicación. De esta manera los

alumnos pudieron trabajar con números, tarea que no siempre les resulta placentera ya que los asocian sólo a las clases de matemática, también lograron interpretar gráficos entre otras actividades; esta implica más que la simple lectura literal del gráfico, también demanda la identificación de las tendencias y variabilidad de los datos (Arteaga *et al.* 2009, 2011; Batanero, 2009).

En esta actividad, se utilizaron valvas de gasterópodos (*Asolene megastoma*), sin embargo, y coincidiendo con Banks *et al.* (2007), se pueden utilizar conchillas de otras especies de moluscos e incluso organismos de otros grupos taxonómicos que estén disponibles. En este sentido, es recomendable utilizar el material que se encuentra depositado en los laboratorios escolares, como así también el recolectado en una salida de campo.

En este escenario, los contenidos biológicos como lo demuestran los trabajos de Garcia, *et al.* (2009) y Legarralde, *et al.*, (2009) entre otros, resultan ideales para este tipo de actividades, las cuales deben estar debidamente contextualizadas; en este sentido, la experiencia presentada, de naturaleza interdisciplinar, es sólo una muestra de los distintos caminos que se pueden recorrer ya que existen múltiples posibilidades de generar situaciones de aprendizaje referidas a temas que resulten del interés del alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arteaga, P.; Batanero, C.; Díaz, C.; Contreras, J. M. (2009). El lenguaje de los gráficos estadísticos. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. N° 18: 93-104.

Arteaga, P.; Batanero, C.; Ortíz, J.J.; Contreras, J. (2011). Sentido numérico y gráficos estadísticos en la formación de profesores. *Publicaciones*. Universidad de Granada. 41, 33- 49

Banks, S. W.; Shepherd, D. K.; Williams-Hart, T.; Gossett, D. R.; Crnkovic, A. C. (2007) Snail Shells in a Practical Application of Statistical Procedures. *Journal of Biological Education*. 41 (3), 131-137.

Batanero, C. (2009). Taller sobre análisis exploratorio de datos en la enseñanza secundaria. Actas de la Conferencia Internacional "Experiências e Expectativas do Ensino de Estatística “Desafios para o Século XXI”. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Batanero, C.; Estepa, A. y Godino, J.D. (1991). Análisis exploratorio de datos: sus posibilidades en la enseñanza secundaria. *Suma*, 9: 25-31

Batanero, C. y Díaz, C. (2004). El Papel de los Proyectos en la Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística. En: Royo, P. (Ed.) Aspectos didácticos de las matemáticas. Zaragoza: ICE pp125-164.

Daniel, W. (2002) *Bioestadística*. Bases para el análisis de las ciencias de la salud, 4ta. Edic. Limusa Wiley. México. 755pp

García, A.; Lanata, E.; Arcarí, N.; de Andrea, P.; Gelos, Y.; Menconi, F.; Solari, B.; Legarralde, T.; Vilches, A.; Darrigran, G.; Guadagno, L. (2009) ¿Por qué hacer un trabajo de campo? Experiencia de alumnos del profesorado en ciencias biológicas Actas II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales *Actas*, II: 132-138. La Plata.

Disponible en: <http://www.jornadasceyn2.fahce.unlp.edu.ar/actas>

Kelmansky, D. (2009). *Estadística para todos. Estrategias de pensamiento y herramientas para la solución de problemas*.

Legarralde, T.; Vilches, A.; Darrigran, G. (2009). El trabajo de campo en la formación de los profesores de biología: una estrategia didáctica para mejorar la práctica docente. Actas II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales *Actas*, II: 165-170, 2009. La Plata. Disponible en: <http://www.jornadasceyn2.fahce.unlp.edu.ar/actas>

Maroñas, M.; Marzoratti, G.; Vilches, A.; Legarralde, T. y Darrigran, G. (2010). Guía para el estudio de macroinvertebrados II. Introducción a la metodología de muestreo y análisis de datos. PROBIOTA, Serie Técnica y Didáctica.